

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
L1	3534	(current adj (sensor device)).clm.	USPAT	OR	OFF	2005/08/31 17:46
L2	0	(current adj (sensor device) and magnetiv with field).clm.	USPAT	OR	OFF	2005/08/31 17:46
L3	253	(current adj (sensor device) and magnetic with field).clm.	USPAT	OR	OFF	2005/08/31 17:47
L4	10	(current adj (sensor device) and magnetic with field with difference).clm.	USPAT	OR	OFF	2005/08/31 17:47

*Interference
Search*

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
S1	734	(current with sensor).ti.	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2005/08/25 18:52
S2	414	(current with sensor).ti. and parallel	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2005/06/17 19:12
S3	237	S2 and "324"/\$.ccls.	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2005/06/17 18:53
S4	14	("4612500").URPN.	USPAT	OR	OFF	2005/06/17 18:59
S5	7	(current with sensor).ti. and parallel adj (wires conductors)	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2005/06/17 19:12
S6	19	("3984798" "4288743" "4646006" "4717872" "4754218" "4794329" "4935693").PN. OR ("5172052").URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2005/06/17 19:27
S7	18	("2134589" "2808566" "3895296" "4286213" "4307429" "4314200" "4408175" "4414543" "4593276").PN. OR ("4754218").URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2005/06/17 19:40
S8	21	("0750525" "2953757" "3056922" "3323056" "3984798" "4005380" "4160950" "4286213" "4314200" "4401943" "4518913").PN. OR ("4717872"). URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2005/06/17 19:42
S9	8	("3056922").URPN.	USPAT	OR	OFF	2005/06/17 19:52
S10	1	("5172052").PN. OR ("6459255"). URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2005/06/17 19:56
S11	2022	324/117R,117H,127.ccls.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2005/06/17 20:01
S12	50	S11 and parallel adj (conductors wires)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2005/06/17 19:57
S13	9	324/117R,117H,127.ccls. and less with (mm millimeter)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2005/06/17 20:09
S14	19	324/117R,117H,127.ccls. and less same (mm millimeter)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2005/06/17 20:10
S15	10	S14 not S13	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2005/06/17 20:10
S16	8	("3056922").URPN.	USPAT	OR	OFF	2005/08/25 18:48
S17	3	("20040008026" "6456068" "66427 05").PN.	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2005/08/25 18:53

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-317166

(43)Date of publication of application : 11.11.2004

(51)Int.Cl.

G01R 15/20

(21)Application number : 2003-107944

(71)Applicant : CANON ELECTRONICS INC

(22)Date of filing : 11.04.2003

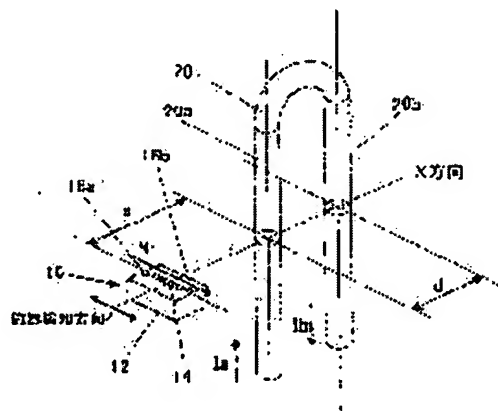
(72)Inventor : KAWASE MASAHIRO

(54) CURRENT SENSOR AND CURRENT DETECTION UNIT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a current sensor capable of highly sensitively detecting current amount without enlarging the size of the sensor and being easily produced.

SOLUTION: The current sensor has parallel current line parts 20a and 20b through which a current flows in mutually opposite directions and having the same current amount, and a magnetic detection element 10 is arranged on an extended line connecting the axes of the parallel current line parts. The direction of magnetic field detection of the magnetic detection element 10 is perpendicular to the extended line. The magnetic field detection element 10 detects the difference between a magnetic field of the parallel current line part 20a on the side close to the magnetic detection element 10 and a magnetic field in the opposite direction of the parallel current line part 20b on the far side and detects current amount passing through the parallel current line parts.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

JP 2004-317166 A 2004.11.11

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-317166

(P2004-317166A)

(43) 公開日 平成16年11月11日(2004.11.11)

(51) Int. Cl.⁷

G01R 15/02

F1

G01R 15/02

A

テーマコード(略号)

2G025

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-107944 (P2003-107944)
 (22) 出願日 平成15年4月11日(2003.4.11)

(71) 出願人 000104652
 キヤノン電子株式会社
 埼玉県秩父市大字下影森1248番地
 (74) 代理人 100065385
 弁理士 山下 義平
 (74) 代理人 100122921
 弁理士 志村 博
 (72) 発明者 川橋 正壽
 埼玉県秩父市大字下影森1248番地 キ
 ヤノン電子株式会社内
 Fターム(参考) 20025 AA05 AB01

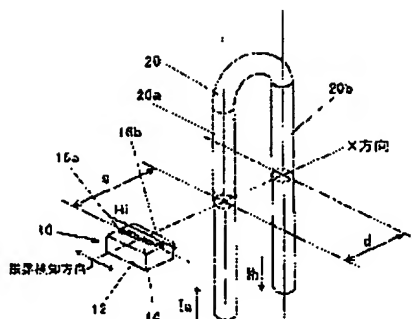
(54) 【発明の名称】 電流センサ及びそれを用いた電流検知ユニット

(57) 【要約】

【課題】 センササイズが大型化することなく、高感度で電流量を検出でき、生産も容易に行うことが可能な電流センサを提供する。

【解決手段】 電流の流れる方向が逆向きで同じ電流量の平行電流線部20a、20bを有し、その平行電流線部の軸を結ぶ延長線上に磁気検出素子10を配置する。また、磁気検出素子10の磁界検出方向はその延長線とは直角方向であり、磁気検出素子10に近い側の平行電流線部20aの磁界と、遠い側の平行電流線部20bの逆方向の磁界の差分を検知して、平行電流線部に流れる電流量を検知する。

(選択図) 図1



(2)

JP 2004-317165 A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁性体に直接高周波電流を流し、外部磁界によりその透磁率が変化する磁気検出電流センサであって、電流の流れる方向が逆向きで同じ電流量の平行電流線部、その平行電流線部の軸を結ぶ延長線上に前記磁気検出素子が配置され、前記素子の磁界検出方向はその延長線とは直角方向であり、当該磁気検出素子に近い電流線部の磁界と遠い側の平行電流線部の逆方向の磁界の差分を検知して、前記部に流れる電流量を検知することを特徴とする電流センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、信号線に流れる電流を検出する電流センサに関し、特に、外部磁界で透磁率が変化する磁気インピーダンス素子やフラックスゲートセンサ等を用いて作る高感度電流センサ及びそれを用いた電流検知ユニットに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、電流を検知する電流センサとしては、カレントトランスやホール素子がある。近年、電気自動車の登場や省電力に対する電力監視等で電流センサの市場期待されるが、ネットワーク的な電流管理で電流検知が細分化されて個々の検知精度が下がるにつれ、より精度の高いものが要求されてきている。電流検知レンジが狭いのは、そこで使う磁気センサはより高いS/Nが要求される。

【0003】

その中で、従来のホール素子より感度の高い磁気インピーダンス素子やフラックスゲートセンサが候補として期待されている。これら感度の良いセンサを如何にコンパクトなセンサとして構成するかが重要である。

【0004】

従来、ホール素子を用いた電流センサは、図9に示すように電流線100を囲む磁気コア102で磁気回路が構成され、そのギャップ部にホール素子104が設けられている。ホール素子104は強磁性体でないため飽和が無く、強磁界下で動作が不安定になる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、強磁性体を用いた磁気インピーダンス素子やフラックスゲートセンサは磁気飽和が存在し、飽和しない範囲で使用しなくてはならない。また、ホール素子と同様に磁気回路を構成すると、アンペアオーダーの電流を検知するにはギャップが大きくなりすぎて磁気飽和に至るため、同様な構成は取れない。

【0006】

強磁性の高感度の磁気センサは、駆動回路に負帰還等を用いてレンジを広げて、±1.5 mT 範囲ぐらいの磁界検知範囲に留めることが必要であり、その磁界をダイレクトに検知する場合には、その距離を調整して検知レンジに入射させる必要がある。

(3)

JP 2004-317165 /

トを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するため、磁性体に直接高周波電流を流し、外部磁界の透磁率が変化する磁気検出素子を用いた電流センサであって、電流の流れる向きで同じ電流量の平行電流線部を有し、その平行電流線部の軸を結ぶ延長線上に検出素子が配置され、前記磁気検出素子の磁界検出方向はその延長線とは直角に、当該磁気検出素子に近い側の平行電流線部の磁界と遠い側の平行電流線部の磁界の差分を検知して、前記平行電流線部に流れる電流量を検知することを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の電流センサの一実施形態を示す斜視図であり、電流検知に関する磁気検出素子と電流線部の位置関係を説明する図である。

【0011】

磁気検出素子10は、非磁性基板12上に形成された磁性体（磁性薄膜）14に高周波電流を流し、外部磁界によりインピーダンス変化が生じる磁気インピーダンス（MI）素子と略す）である。磁気検出素子10のその他の形態としては、薄膜状のルーフスワイヤーでMI素子を構成してもよい。更に、磁気検出素子10に近接して巻回したコイルから出力を取り出すフラックスゲートセンサとしても機能する。

【0012】

このMI素子は、図1に示すようにガラス等の非磁性基板12上に磁性薄膜14が折れパターンが形成されたもので、その両端に高周波電流を印加する電極6aが形成されている。磁界検出方向は矢印H_iで示すように磁性薄膜14の長手方向になっている。

【0013】

ここで、磁界の検知対象である電流線20は、端部が折り曲げられ電流線平行部20aを持つ構造となっている。その平行部のそれぞれ中心軸が並ぶX方向上に検出素子10が配置され、更に磁界検出方向と電流線平行部の並び方向とは概ね直角に方向が決められている。

【0014】

図2は図1を上部から見た磁気検出素子を含む平面図である。磁気検出素子10の電流線平行部を20a、遠い側の電流線平行部を20bとし、その間隔をdとし、検出部である磁性体14の中心位置と近い側の電流線20aの中心との距離をsとする。

【0015】

磁気検出素子10での磁界Hは距離に対する逆関数であり、判りやすくするために無限長として計算すると、

$$H = (I / s) - (I / (s + d)) = (I \times d) / s (s + d)$$

したがって

(4)

JP 2004-317165 /

隔 d を狭くすることで磁気検出素子と信号線を近づけられ、電流センサを小さくできる。

【0018】

具体的には、 $d = s$ で単線の磁界に比べ $1/2$ 、 $d = 1/2 s$ で $1/3$ の磁界とすることができる。必要な効果を考えれば、 d を s 以下にすることがこの電流センサ的な構成として望ましい。

【0019】

電流センサの汎用性を考えれば、電流要求仕様に対して s 、 d の寸法を調整する。センサの外形サイズを変えずに、素子部に必要な磁界を印加することができ、製品の外形サイズを一定に、また、回路条件もほとんど変えることなく、位置関係のみをそれぞれの仕様に応じて変えることで、幅広い電流仕様の製品に適用できる。

【0020】

電流センサの磁界検知レンジとしては、高感度な磁気センサでは概ね直線性の ± 3 ガウス ($\pm 300 \mu\text{T}$) 程度であり、負帰還回路を用いても5倍の拡大が可能で、 ± 15 ガウス ($\pm 1.5 \text{ mT}$) 当たりが上限となる。従って、電流の計測値がこの数値を超えないように電流線の間隔と磁気検出素子との距離をこの磁界範囲内に調整する。

【0021】

また、磁気検出素子を1個で検知する際には、外部からの磁界を遮断するためにシールド材を用いなくてはならないが、適切な位置に設定しないと、電流線の磁界を乱すことになる。

【0022】

電流線の磁界はその軸中心に円周磁界となるが、そのサークル内に磁性体がある場合、その磁性体に磁束が吸い込まれる傾向が強くなるため、少なくとも電流線と磁性体の距離以上はシールドの壁面と距離を取らなくてはならない。図2で説明する電流線平行部20a、20bによって形成される磁気検出素子10を通る円周磁界14に磁気シールドがあると、そのシールド材を磁束が伝わりようとする傾向が強くなり、磁気検出素子10への磁界影響が大きくなるため、図2に示すように囲む磁気シールド26は半径 $s + d$ のサークルに掛からないようにすることが重要となる。

【0023】

次に、生産性を考慮した小型の電流センサの構造について説明する。図3は図2の電流線平行部20a、20bの断面を平面状の回路基板30に取り付けて電流検知ユニットとして構成した電流センサの形態を示す斜視図である。

【0024】

磁気検出素子10は電極16a、16b側が下側とされ、他の電気部品と共に図3の上面に実装されている。37は詳しく後述するように磁性体14に高周波電流センサ出力を取り出すための駆動回路を有する駆動回路ICである。電流線32は打ち抜いて曲げを施した低電気抵抗の銅のような導電材で作製されている。電流線32は電流線平行部32a、32bの間隔に対して開口端側の間隔を広げてあり、図3の電流線32a、32bの下側が磁界を発生している。この構造では、検知電流の磁界

(5)

JP 2004-317165 A

【0026】

この電流線32は回路基板30の内側に貫通穴又は切り欠き30aを通して配り、電流線平行部32a、32bの軸が並ぶ方向に磁気検出素子10が配置される。この構造であれば、ベース部材34に電流線32を立てておき、磁気検出素子10を回路基板30を上から載せ、更に磁気シールド部材36を被せることで組立が容易となる。

【0027】

また、電流センサは大量生産が必要で、このように積み上げ式の製造方法はその利点がある。また、回路基板30と磁気シールド部材36及び電流線32の中心軸32c、電流線平行部の間隔dを変えるだけでも、かなりの電流範囲をカバーできる電流センサが構成でき、電流仕様に応じて周辺部品がそれぞれ異なってしまう煩雑さは無い。

【0028】

次に、上述の電流検知ユニットの評価結果について説明する。図4は評価に用いた電流センサを示す。この電流センサは非磁性基板40上に細長い磁性薄膜でMI素子42が形成され、その上に更に渦巻きコイル44が形成されている。MI素子42の両端42a、42bに接続されている。

【0029】

また、渦巻きコイル44は左側コイルとそれに接続された右側コイルから成る。左側コイルの内周端が電極46aに接続され、右側コイルの内周端が電極46bに接続されている。外部よりMI素子42に通電し、コイル44より出力を取り出すこととなる。

【0030】

図5は電流センサの駆動回路を示す。これは、磁性体14に高周波電流を印加して磁率の変化をコイル出力として取り出す例である。まず、パルス発振器50よりパルス52、電流調整抵抗器54を通してMI素子42にプラスマイナス均等に高周波電流が加わる。コイル44の出力は外部磁界に対して変化し、それを検波回路56p、56m、プラスマイナスのピーク変化を取り出し、抵抗器58p、58mより中点の信号を取り出し、増幅器60で増幅することによりセンサ出力Eoutが得られる。

【0031】

本図示ではあるが、磁気検出素子に磁界検出方向に沿ったソレノイド状コイルを形成し、出力Eoutより帰還量調整の抵抗器を介してアースに接続することで、負帰帰することも可能であり、精度向上や電流検知範囲の拡大も可能である。

【0032】

また、電流線の寸法であるが、断面で見ると幅5mm、厚さ1.5mmの銅線を用いて構成し、平行電流線部の間隔3mm、近接する側の電流線と磁気検出素子の距離を4.5mmとしている（電流線の高さは、21.5mm）。図5の駆動回路で電圧5Vで駆動し、増幅器60のゲインは100倍に設定した。また、電流センサはパーマロイで囲った。

【0033】

図6はDC±15Aでの電流検知特性を示す。良好な直線性が得られていることが確認できる。このデータの傾斜より磁気検出素子の磁界検出特性から逆算すると、1A当りの磁界検出感度は、約0.1mT/Aと算出される。無磁界で測定したときの平行電流線の磁界検出感度は、約0.1mT/Aと算出される。

(6)

JP 2004-317165 A

流に対する電圧振幅変化として取り出す。62は発振回路であり、バッファ6調整用抵抗器66を介してMI素子42に高周波電流を通電する。

【0035】

渦巻きコイル44にはDCバイアス電流I_bを印加しておく。高周波電流からはMI素子42の両端の振幅変化として現われ、検波回路68を通し、増幅回路69で増幅することでセンサ出力が得られる。

【0036】

図8は電流検知ユニットの他の実施形態を示す。図8では図3と同一部分は同一している。図8に示すように磁気検出素子10が実装された回路基板30が電流線部32aと平行になるように立てられ、磁気検出素子10は電流線部32a、32bの延長線上に配置されている。このような構成であっても、磁界検出方向は電流線部32a、32bの並び方向と直角方向であれば良い。

【0037】

次に、本発明の実施態様を以下に列挙する。

【0038】

(実施態様1) 磁性体に直接高周波電流を流し、外部磁界によりその透磁率が変化する磁気検出素子を用いた電流センサであって、電流の流れる方向が逆向きで同じ方向の平行電流線部を有し、その平行電流線部の軸を結ぶ延長線上に前記磁気検出素子があり、前記磁気検出素子の磁界検出方向はその延長線とは直角方向であり、当該磁気検出素子に近い側の平行電流線部の磁界と遠い側の平行電流線部の逆方向の磁界の差分を検出することによって、前記平行電流線部に流れる電流量を検知することを特徴とする電流センサ。

【0039】

(実施態様2) 電流計測の最大値に対する前記磁気検出素子にかかる磁界を1mT（ミリテスラ）以下にしたことを特徴とする実施態様1に記載の電流センサ。

【0040】

(実施態様3) 前記磁気検出素子に近い側の電流線と遠い側の電流線の片側のみに前記磁気検出素子があることを特徴とする実施態様1に記載の電流センサ。

【0041】

(実施態様4) 前記磁気検出素子に近い側の電流線と遠い側の電流線は互いに十字状の電流線部により接続されていることを特徴とする実施態様1に記載の電流センサ。

【0042】

(実施態様5) 前記電流線部は、前記磁気検出素子の磁界検出方向に沿って断面を持ち、その長手方向の幅が素子検知部の長さ以上であることを特徴とする実施態様1に記載の電流センサ。

【0043】

(実施態様6) 前記平行電流部の電流線間隔dは、前記磁気検出素子に近い側の電流線と前記磁気検出素子の距離s以下であることを特徴とする実施態様5に記載の電流センサ。

【0044】

(実施態様7) 前記平行電流線部及び前記磁気検出素子を囲む磁気シールド部を有し、前記磁気シールド部の内側面との距離がdより大きいことを特徴とする実施態様6に記載の電流センサ。